

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Tomoyuki AKIYAMA**

Group Art Unit: **Not Yet Assigned**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Examiner: **Not Yet Assigned**

Filed: **November 20, 2003**

For: **OPTICAL REPEATER**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date: November 20, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2002-338415, filed November 21, 2002


In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, KRATZ, QUINTOS,
HANSON & BROOKS, LLP


Donald W. Hanson
Attorney for Applicant
Reg. No. 27,133

DWH/jaz
Atty. Docket No. **031281**
Suite 1000
1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
(202) 659-2930



23850

PATENT TRADEMARK OFFICE

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 1 日
Date of Application:

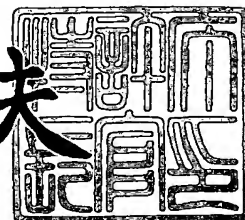
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 3 8 4 1 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 3 8 4 1 5]

出 願 人 富 士 通 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0241472

【提出日】 平成14年11月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 光中継器

【請求項の数】 10

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

 【氏名】 秋山 知之

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100090273

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 國分 孝悦

 【電話番号】 03-3590-8901

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 035493

 【納付金額】 21,000円

【その他】 国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成14年度経済産業省「フォトリソグラフィ技術の研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908504

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光中継器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力された光を 2 成分に分波する分波手段と、
量子ドット、量子細線、量子ダッシュ及び量子井戸からなる群から選択された
1 種の構造の活性層を備え、前記分波手段から出力された光を成分毎に増幅する
半導体光増幅器と、

前記半導体光増幅器から出力された 2 成分の光を合波する合波手段と、
を有することを特徴とする光中継器。

【請求項 2】 前記分光手段は、入力された光を互いに直交する 2 成分に分
波する偏光ビームスプリッタであることを特徴とする請求項 1 に記載の光中継器
。

【請求項 3】 前記分光手段は、入力された光を T E 波及び T M 波に分波す
る分波器であることを特徴とする請求項 1 に記載の光中継器。

【請求項 4】 前記合波手段から出力された光を減衰させる可変光減衰手段
と、

前記可変光減衰手段から出力された光の強度を検出する出力検出手段と、
前記出力検出手段により検出された強度に基づいて前記可変光減衰手段の動作
を制御することにより、出力信号の強度を制御する出力制御手段と、
を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【請求項 5】 前記入力された光の強度を検出する入力検出手段と、
前記合波手段から出力された光を減衰させる可変光減衰手段と、
前記可変光減衰手段から出力された光の強度を検出する出力検出手段と、
前記入力検出手段により検出された強度及び前記出力検出手段により検出され
た強度に基づいて前記可変光減衰手段の動作を制御することにより、利得を制御
する利得制御手段と、

を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【請求項 6】 入力された光を T E 波及び T M 波に分波する分波手段と、
前記 T M 波を T E 波に変換する変換手段と、

前記分波手段から出力された T E 波と前記変換手段から出力された T E 波とを合波する合波手段と、

量子ドット、量子細線、量子ダッシュ及び量子井戸からなる群から選択された 1 種の構造の活性層を備え、前記合波手段から出力された光を増幅する半導体光増幅器と、

を有することを特徴とする光中継器。

【請求項 7】 前記分波手段から出力された T E 波の位相を、前記合波手段において、前記変換手段から出力された T E 波と強め合うように制御する位相制御手段を有することを特徴とする請求項 6 に記載の光中継器。

【請求項 8】 前記半導体光増幅器から出力された光を減衰させる可変光減衰手段と、

前記可変光減衰手段から出力された光の強度を検出する出力検出手段と、

前記出力検出手段により検出された強度に基づいて前記可変光減衰手段の動作を制御することにより、出力信号の強度を制御する出力制御手段と、

を有することを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の光中継器。

【請求項 9】 前記入力された光の強度を検出する入力検出手段と、

前記合波手段から出力された光を減衰させる可変光減衰手段と、

前記可変光減衰手段から出力された光の強度を検出する出力検出手段と、

前記入力検出手段により検出された強度及び前記出力検出手段により検出された強度に基づいて前記可変光減衰手段の動作を制御することにより、利得を制御する利得制御手段と、

を有することを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【請求項 10】 前記半導体光増幅器から出力された光の利得を、所定の波長帯域内で所定の範囲内に制御する利得等化手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信の 1 R 中継器に好適な光中継器に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

メトロ・アクセス系光通信網の低コスト化のために、チャネル間の波長間隔の大きいWDM (Wavelength Division Multiplexing) 通信 (C o a r s e W D M通信) が今後数年の間に広く利用されるようになって見込まれている。C o a r s e W D M通信での波長間隔は、2 0 n m程度以下である。この方式では、光源及びフィルタの波長を精密に制御する必要がなく、また、ある程度の波長変動が許容されるため、光源の半導体レーザの温度保持のために用いられるクーラが不要になるなどの理由で低コスト化が可能になる。

【0 0 0 3】

光通信では、減衰した光信号を増幅する目的等のために、光中継器が用いられる。この光中継器には、半導体光増幅器及び利得等化フィルタを用いたものがある。また、半導体光増幅器としては、その活性層に量子井戸構造又は歪量子井戸構造を用いたものがある。

【0 0 0 4】

また、長距離に及ぶメトロ通信網では、メトロ通信網の各ノードにおける損失を補償するために1 R 中継器は必須である。

【0 0 0 5】

【特許文献1】

特開 2 0 0 0 - 4 0 8 5 2 号公報

【特許文献2】

特開 2 0 0 1 - 5 7 4 5 5 号公報

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、C o a r s e W D M通信では、利用する波長範囲(帯域)が広く、1. 3 μ m ~ 1. 6 μ mにもわたるため、従来の光増幅器(帯域0. 0 5 μ m程度)では、単体で増幅することが不可能であり、全波長範囲を増幅するためにはコストが高くなる。このため、C o a r s e W D M通信に用いられる従来の光中継器もコストが高く、コストの低減が望まれている。

【 0 0 0 7 】

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであって、低コストで広い帯域の Coarse WDM 通信に対応することができる光中継器を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本願発明者は、鋭意検討の結果、量子井戸構造等の活性層を備えた半導体光増幅器によれば、活性層密度の低減により、限界電流密度において活性層中のキャリア密度が向上するため、利得スペクトルを広帯域にすることができるが、その一方で、活性層の材料の非対称性から利得の偏波依存性が生じていることを見出した。このような偏波依存性が生じているため、従来の光増幅器では、広波長範囲の増幅が困難となっているのである。そして、本願発明者は、この見解に基づいて、以下に示す発明の諸態様に想到した。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る第 1 の光中継器は、量子ドット、量子細線、量子ダッシュ及び量子井戸からなる群から選択された 1 種の構造の活性層を備えた半導体光増幅器を有する。更に、この光中継器は、入力された光を 2 成分に分光する分光手段を有しており、この分光手段から出力された光が、前記半導体光増幅器により成分毎に増幅される。更に、光中継器は、前記半導体光増幅器から出力された 2 成分の光を合波する合波手段を有する。

【 0 0 1 0 】

この光中継器においては、半導体光増幅器の前段に分光手段が設けられ、後段に合波手段が設けられている。このため、本願発明者が見出した従来の光中継器の欠点である偏波依存性が解消される。この結果、広い波長範囲にわたる光増幅が可能となる。つまり、本発明に係る光中継器によれば、単体で全波長範囲を増幅することが可能となり、大幅なコストの削減が可能になる。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る第 2 の光中継器は、量子ドット、量子細線、量子ダッシュ及び量子井戸からなる群から選択された 1 種の構造の活性層を備えた半導体光増幅器を

有する。更に、この光中継器は、入力された光をTE波及びTM波に分波する分波手段と、前記TM波をTE波に変換する変換手段と、前記分波手段から出力されたTE波と前記変換手段から出力されたTE波とを合波する合波手段と、を有しており、前記合波手段から出力された光が、前記半導体光増幅器により増幅される。

【0012】

この光中継器においては、半導体光増幅器に入力される光信号はTE波のみであるため、本願発明者が見出した従来の光中継器の欠点である偏波依存性が解消される。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態に係る光中継器、特に1R中継器について添付の図面を参照して具体的に説明する。

【0014】

（第1の実施形態）

先ず、本発明の第1の実施形態について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る光中継器の構造を示す模式図である。

【0015】

本実施形態には、2入力及び2出力の量子ドット光増幅器（半導体光増幅器）1が設けられている。量子ドット光増幅器1は、2つの入力部に入力された光信号を互いに独立して増幅する。即ち、量子ドット光増幅器1は、一方の入力部に入力された光信号を増幅した後、一方の出力部から出力し、他方の入力部に入力された光信号を増幅した後、他方の出力部から出力する。

【0016】

図2は、量子ドット光増幅器1の構造を示す断面図である。図2には、一方の入力及び出力に対応する部分のみを示す。

【0017】

この量子ドット光増幅器1においては、n型InP基板11上に、In_{0.52}Al_{0.24}Ga_{0.24}As層（InAlGaAs層）12が形成されている。n型In

P基板11の表面の面方位は、(311)Bである。InAlGaAs層12の厚さは、例えば180nm程度である。更に、InAlGaAs層12上に、InAsSKドット層13が形成されている。InAsSKドット層13には、三角錐状の凸部が複数形成されており、その部分の厚さは、例えば1乃至3nm程度である。更に、InAsSKドット層13上に、In_{0.52}Al_{0.24}Ga_{0.24}As層(InAlGaAs層)14が形成されている。InAlGaAs層14の厚さは、最も厚い部分で、例えば30nm程度である。InAlGaAs層14上に、InAsSKドット層15が形成されている。InAsSKドット層15には、InAsSKドット層13と同様に、三角錐状の凸部が複数形成されており、その部分の厚さは、例えば1乃至3nm程度である。そして、InAsSKドット層15上に、In_{0.52}Al_{0.24}Ga_{0.24}As層(InAlGaAs層)16が形成されている。InAlGaAs層16の厚さは、最も厚い部分で、例えば30nm程度である。

【0018】

更に、InAlGaAs層16上に、p型InP層17が形成され、その上に、開口部が設けられたSiO₂層18が形成されている。そして、SiO₂層18上に、前記開口部を介してp型InP層17に接続された電極19が形成されている。また、n型InP基板11の裏面には、電極20が形成されている。

【0019】

このように構成された量子ドット光増幅器1は、電極19及び20間に電圧が印加されると、活性層に導入された光信号を増幅して出力する。但し、前述のように、この量子ドット光増幅器1は偏波依存性をもっており、図2に示す1個の構造体だけでは、ある特定の電界成分を増幅することはできない。そこで、本実施形態では、量子ドット光増幅器1に、図2に示す構造体が2個設けられている。

【0020】

量子ドット光増幅器1の前段には、1入力及び2出力の偏光ビームスプリッタ(分光手段)2が設けられている。偏光ビームスプリッタ2の入力部には、1本の光ファイバ10が接続され、偏光ビームスプリッタ2の2個の出力部には、量

量子ドット光増幅器 1 の入力部に接続された光ファイバ 10 が 1 本ずつ接続されている。偏光ビームスプリッタ 2 は、入力された光信号を互いに直交する 2 電界成分に分光し、2 個の出力部から出力する。偏光ビームスプリッタ 2 の出力部に接続された 2 本の光ファイバ 10 は、量子ドット光増幅器 1 の入力部に、いずれも最も利得（増幅効率）が高くなるように電界の向きを調整して接続されている。つまり、偏光ビームスプリッタ 2 から出力される 2 電界成分は互いに直交しているので、偏光ビームスプリッタ 2 と量子ドット光増幅器 1 との間で、一方の光ファイバ 10 は、他方の光ファイバ 10 に対して 90° だけねじられている。

【0021】

量子ドット光増幅器 1 の後段には、2 入力及び 1 出力の偏光ビームスプリッタ（合波手段）3 が設けられている。偏光ビームスプリッタ 3 は、偏光ビームスプリッタ 2 とは、入出力を逆にして設けられている。偏光ビームスプリッタ 3 の 2 個の入力部には、量子ドット光増幅器 1 の出力部に接続された光ファイバ 10 が 1 本ずつ接続され、偏光ビームスプリッタ 3 の出力部には、1 本の光ファイバ 10 が接続されている。偏光ビームスプリッタ 3 は、入力された互いに直交する 2 電界成分の光信号を合波し、出力する。但し、量子ドット光増幅器 1 の 2 個の出力部から出力される光信号の電界の向きは互いに一致している。このため、これらの電界成分を、偏光ビームスプリッタ 2 に入力されたときと同様に、互いに直交させることを目的として、一方の光ファイバ 10 は、他方の光ファイバ 10 に対して 90° だけねじられている。このねじれ方向は、量子ドット光増幅器 1 の入力部に接続された 2 本の光ファイバ 10 のねじれ方向と逆方向である。従って、偏光ビームスプリッタ 3 から出力される光信号は、偏光ビームスプリッタ 2 に入力される光信号を、全電界成分に関して増幅したものとなる。

【0022】

偏光ビームスプリッタ 3 の後段には、可変光減衰器 4 及び利得等化フィルタ 5 が設けられている。偏光ビームスプリッタ 3、可変光減衰器 4 及び利得等化フィルタ 5 は、互いに光ファイバ 10 を介して接続されている。そして、利得等化フィルタ 5 から出力された光信号が、光中継器の出力信号として出力される。また、光中継器への入力信号（光信号）が入力される光検出器 6、可変光減衰器 4 か

ら出力された光信号が入力される光検出器 7、並びに光検出器 6 及び 7 の出力信号（電気信号）に基づいて可変光減衰器 4 の制御を行う自動利得制御回路 8 が設けられている。

【0023】

可変光減衰器 4 は、自動利得制御回路 8 による制御に基づいて、偏光ビームスプリッタ 3 から出力された光信号を、その波長に拘わらず、減衰させ、出力する。利得等化フィルタ 5 は、可変光減衰器 4 から出力された光信号のうち、所定の波長の範囲内で利得をほぼ均一にし、出力する。自動利得制御回路 8 は、光検出器 6 及び 7 の出力信号に基づいて、光中継器における利得が所定値になるように、可変光減衰器 4 における減衰の程度を制御する。

【0024】

このように構成された本実施形態に係る光中継器に光信号が入力されると、この光信号が偏光ビームスプリッタ 2 により分光されると共に、光検出器 6 によりその強度が検出される。この強度は、電気信号に変換されて自動利得制御回路 8 に出力される。その後、偏光ビームスプリッタ 2 から出力された光信号は、量子ドット光増幅器 1 により増幅され、偏光ビームスプリッタ 3 により合波される。そして、可変光減衰器 4 により、光信号の利得の調整が行われ、利得等化フィルタ 5 により、利得の波長間での等化が行われる。可変光減衰器 4 から出力された光信号は、光検出器 7 にも入力され、その強度が検出される。この強度は、電気信号に変換されて自動利得制御回路 8 に出力される。なお、可変光減衰器 4 による利得の調整は、自動利得制御回路 8 により制御される。

【0025】

このような、本実施形態によれば、偏光ビームスプリッタ 2 及び 3 により、本願発明者が見出した従来の光中継器の欠点である偏波依存性が解消される。この結果、広い波長範囲にわたる光増幅が可能となる。つまり、広い波長範囲の光信号を増幅することが可能となり、大幅なコストの削減が可能になる。

【0026】

なお、図 2 に示す構造では、活性層として 2 層の InAsSK ドット層 13 及び 15 が形成されているが、活性層の数は特に限定されるものではなく、1 層又

は 3 層以上であってもよい。

【 0 0 2 7 】

(第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。本実施形態においては、半導体基板上に、素子がモノリシック集積されている。図 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係る光中継器の構造を示す模式図である。

【 0 0 2 8 】

本実施形態においては、半導体基板、例えば I n P 基板 3 3 上に、光検出器 2 6、T E / T M 分波器 2 2、T E / T M 変換器 3 1、位相制御器 3 2、合波器 2 3、量子ドット光増幅器 2 1、強度変調器（可変光減衰手段） 2 4 及び光検出器 2 7 がモノリシック集積されている。T E / T M 変換器 3 1 及び位相制御器 3 2 は、夫々 T E / T M 分波器 2 2 から出力された T M モードの光、T E モードの光が入力されるように配置されている。合波器 2 3 は、T E / T M 変換器 3 1 及び位相制御器 3 2 から出力された光を合波して出力するように配置されている。

【 0 0 2 9 】

また、光検出器 2 6 及び 2 7 で検出された光の強度に基づき強度変調器 2 4 の制御を行う自動利得・レベル制御回路 2 8、並びに利得等化フィルタ（図示せず）が I n P 基板 3 3 と離間して設けられている。

【 0 0 3 0 】

なお、導波路 3 0 の入力端及び出力端は、I n P 基板 3 3 の端面に垂直な方向から 1 0 ° 程度傾斜している。また、I n P 基板 3 3 の端面には、広帯域反射防止コーティングが施されている。

【 0 0 3 1 】

このように構成された第 2 の実施形態に係る光中継器に光信号が入力されると、光検出器 2 6 によりその強度が検出された後、この光信号が T E / T M 分波器 2 2 により、T E 波と T M 波とに分波される。光検出器 2 6 により検出された強度は、電気信号に変換されて自動利得・レベル制御回路 2 8 に出力される。T M 波は、T E / T M 変換器 3 1 に入力され、T E 波に変換された後、出力される。一方、T E / T M 分波器 2 2 から出力された T E 波は、位相制御器 3 2 により、

合波器 2 3 において T E / T M 変換器 3 1 から出力された T E 波と位相制御器 3 2 から出力された T E 波とが互いに強め合うようにその位相が制御された後、出力される。

【 0 0 3 2 】

その後、T E / T M 変換器 3 1 から出力された T E 波と位相制御器 3 2 から出力された T E 波とが、合波器 2 3 により、互いに強め合いながら合波され、合波器 2 3 から T E モードで出力される。そして、この出力信号は、量子ドット光増幅器 2 1 により増幅される。そして、強度変調器 2 4 により、強度の変調が行われた後、光検出器 2 7 に入力され、その強度が検出される。この強度は、電気信号に変換されて自動利得・レベル制御回路 2 8 に出力される。強度変調器 2 4 による強度の変調は、自動利得・レベル制御回路 2 8 により制御される。光検出器 2 7 から出力された光信号は、I n P 基板 3 3 から出力され、I n P 基板 3 3 に、例えば光ファイバを介して接続された利得等化フィルタ（図示せず）により、利得の波長間での等化が行われる。

【 0 0 3 3 】

このような、本実施形態によれば、T E / T M 分波器 2 2 及び合波器 2 3 により、本願発明者が見出した従来の光中継器の欠点である偏波依存性が解消される。この結果、第 1 の実施形態と同様に、広い波長範囲の光信号を増幅することが可能となり、大幅なコストの削減が可能になる。

【 0 0 3 4 】

本願発明者が実際に図 3 に示す光中継器（第 2 の実施形態）を作製して利得スペクトルを測定したところ、図 4 に示すような結果が得られた。図 4 に示すように、1 3 0 0 n m ~ 1 6 0 0 n m の広帯域の波長に対して高い発光強度が得られた。従来の光中継器では、広く見積もっても 1 5 0 0 n m ~ 1 6 0 0 n m 程度の間で 7 0 n m ~ 8 0 n m の範囲でのみ有効な発光強度が得られている。

【 0 0 3 5 】

また、この作製した光中継器では、偏波に対する利得の依存度が極めて低く、利得が広帯域の波長にわたってほぼ均一となっていた。また、利得の自動制御も可能であった。

【0036】**(第3の実施形態)**

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。第3の実施形態でも、第2の実施形態と同様に、半導体基板上に、素子がモノリシック集積されている。図5は、本発明の第3の実施形態に係る光中継器の構造を示す模式図である。

【0037】

本実施形態においては、半導体基板、例えばInP基板33上に、光検出器26、TE/TM分波器22、TE/TM変換器31、量子ドット光増幅器21a及び21b、TE/TM変換器34、TE/TM分波器35、強度変調器24及び光検出器27がモノリシック集積されている。

【0038】

TE/TM変換器31は、TE/TM分波器22から出力されたTMモードの光が入力されるように配置されている。また、量子ドット光増幅器21aは、TE/TM変換器31から出力されたTE波が入力されるように配置され、量子ドット光増幅器21bは、TE/TM分波器22から出力されたTE波が入力されるように配置されている。TE/TM変換器34は、TE/TM変換器31とは逆向きに配置されており、量子ドット光増幅器21aから出力されたTE波が、TE/TM変換器34によりTM波に変換される。更に、TE/TM分波器35は、TE/TM分波器22とは逆向きに配置されており、量子ドット光増幅器21bから出力されたTE波とTE/TM変換器34から出力されたTM波とがTE/TM分波器35により合波される。

【0039】

このように構成された第3の実施形態によっても、第2の実施形態と同様の効果が得られる。

【0040】**(第4の実施形態)**

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。第4の実施形態では、石英基板上に、素子がPLC (Planar Lightwave Circuit) 集積されている。具体的には、石英基板に導波路が形成されており、この石英基板に、図1に示す構成要

素のうち、量子ドット光増幅器 1、偏光ビームスプリッタ 2 及び 3、可変光減衰器 4 並びに光検出器 6 及び 7 が P L C 集積されている。

【 0 0 4 1 】

このように構成された第 4 の実施形態によっても、第 1 の実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 4 2 】

図 3 に示す第 2 の実施形態の構成要素のうち、光検出器 2 6 及び 2 7、T E / T M 分波器 2 2、T E / T M 変換器 3 1、位相制御器 3 2、合波器 2 3、量子ドット光増幅器 2 1 並びに強度変調器 2 4 が石英基板上に P L C 集積されている場合にも同様の効果が得られる。

【 0 0 4 3 】

なお、第 1 乃至第 4 の実施形態では、光増幅器として量子ドット光増幅器が用いられているが、他に、量子細線光増幅器、量子ダッシュ光増幅器又は量子井戸光増幅器が用いられていてもよい。

【 0 0 4 4 】

また、可変光減衰器及び強度変調器の制御として、出力側の光検出器により検出された強度のみに基づいて、出力パワーの制御を行うようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

更に、利得等化フィルタが半導体光増幅器と半導体集積されていてもよい。

【 0 0 4 6 】

以下、本発明の諸態様を付記としてまとめて記載する。

【 0 0 4 7 】

(付記 1) 入力された光を 2 成分に分波する分波手段と、
量子ドット、量子細線、量子ダッシュ及び量子井戸からなる群から選択された 1 種の構造の活性層を備え、前記分波手段から出力された光を成分毎に増幅する半導体光増幅器と、
前記半導体光増幅器から出力された 2 成分の光を合波する合波手段と、
を有することを特徴とする光中継器。

【 0 0 4 8 】

(付記 2) 前記分光手段は、入力された光を互いに直交する 2 成分に分波する偏光ビームスプリッタであることを特徴とする付記 1 に記載の光中継器。

【 0 0 4 9 】

(付記 3) 前記分光手段は、入力された光を T E 波及び T M 波に分波する分波器であることを特徴とする付記 1 に記載の光中継器。

【 0 0 5 0 】

(付記 4) 前記分波手段及び前記合波手段は、前記半導体光増幅器とモノリシック集積されていることを特徴とする付記 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【 0 0 5 1 】

(付記 5) 前記分波手段及び前記合波手段は、前記半導体光増幅器と P L C 集積されていることを特徴とする付記 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【 0 0 5 2 】

(付記 6) 前記合波手段から出力された光を減衰させる可変光減衰手段と、前記可変光減衰手段から出力された光の強度を検出する出力検出手段と、前記出力検出手段により検出された強度に基づいて前記可変光減衰手段の動作を制御することにより、出力信号の強度を制御する出力制御手段と、を有することを特徴とする付記 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【 0 0 5 3 】

(付記 7) 前記入力された光の強度を検出する入力検出手段と、前記合波手段から出力された光を減衰させる可変光減衰手段と、前記可変光減衰手段から出力された光の強度を検出する出力検出手段と、前記入力検出手段により検出された強度及び前記出力検出手段により検出された強度に基づいて前記可変光減衰手段の動作を制御することにより、利得を制御する利得制御手段と、を有することを特徴とする付記 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【 0 0 5 4 】

(付記 8) 入力された光を T E 波及び T M 波に分波する分波手段と、

前記 T M 波を T E 波に変換する変換手段と、
前記分波手段から出力された T E 波と前記変換手段から出力された T E 波とを
合波する合波手段と、
量子ドット、量子細線、量子ダッシュ及び量子井戸からなる群から選択された
1 種の構造の活性層を備え、前記合波手段から出力された光を増幅する半導体光
増幅器と、
を有することを特徴とする光中継器。

【 0 0 5 5 】

(付記 9) 前記分波手段から出力された T E 波の位相を、前記合波手段にお
いて、前記変換手段から出力された T E 波と強め合うように制御する位相制御手
段を有することを特徴とする付記 8 に記載の光中継器。

【 0 0 5 6 】

(付記 1 0) 前記分波手段、前記変換手段及び前記合波手段は、前記半導体
光増幅器とモノリシック集積されていることを特徴とする付記 8 又は 9 に記載の
光中継器。

【 0 0 5 7 】

(付記 1 1) 前記分波手段、前記変換手段及び前記合波手段は、前記半導体
光増幅器と P L C 集積されていることを特徴とする付記 8 又は 9 に記載の光中継
器。

【 0 0 5 8 】

(付記 1 2) 前記半導体光増幅器から出力された光を減衰させる可変光減衰
手段と、
前記可変光減衰手段から出力された光の強度を検出する出力検出手段と、
前記出力検出手段により検出された強度に基づいて前記可変光減衰手段の動作
を制御することにより、出力信号の強度を制御する出力制御手段と、
を有することを特徴とする付記 8 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【 0 0 5 9 】

(付記 1 3) 前記可変光減衰手段及び前記出力検出手段は、前記半導体光増
幅器とモノリシック集積されていることを特徴とする付記 6 又は 1 2 に記載の光

中継器。

【 0 0 6 0 】

(付記 1 4) 前記可変光減衰手段及び前記出力検出手段は、前記半導体光増幅器と P L C 集積されていることを特徴とする付記 6 又は 1 2 に記載の光中継器。

【 0 0 6 1 】

(付記 1 5) 前記入力された光の強度を検出する入力検出手段と、
前記合波手段から出力された光を減衰させる可変光減衰手段と、
前記可変光減衰手段から出力された光の強度を検出する出力検出手段と、
前記入力検出手段により検出された強度及び前記出力検出手段により検出された強度に基づいて前記可変光減衰手段の動作を制御することにより、利得を制御する利得制御手段と、

を有することを特徴とする付記 8 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【 0 0 6 2 】

(付記 1 6) 前記入力検出手段、前記可変光減衰手段及び前記出力検出手段は、前記半導体光増幅器とモノリシック集積されていることを特徴とする付記 7 又は 1 5 に記載の光中継器。

【 0 0 6 3 】

(付記 1 7) 前記入力検出手段、前記可変光減衰手段及び前記出力検出手段は、前記半導体光増幅器と P L C 集積されていることを特徴とする付記 7 又は 1 5 に記載の光中継器。

【 0 0 6 4 】

(付記 1 8) 前記半導体光増幅器から出力された光の利得を、所定の波長帯域内で所定の範囲内に制御する利得等化手段を有することを特徴とする付記 1 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【 0 0 6 5 】

(付記 1 9) 前記利得等化手段は、前記半導体光増幅器と半導体集積されていることを特徴とする付記 1 8 に記載の光中継器。

【 0 0 6 6 】

(付記 2 0) 1 R 中継器として使用されることを特徴とする付記 1 乃至 1 9 のいずれか 1 項に記載の光中継器。

【 0 0 6 7 】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、広帯域の光信号を中継することができ、例えば C o a r s e WDM 通信に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る光中継器の構造を示す模式図である。

【図 2】

量子ドット光増幅器 1 の構造を示す断面図である。

【図 3】

本発明の第 2 の実施形態に係る光中継器の構造を示す模式図である。

【図 4】

実際に得られた A S E (Amplitude Spontaneous Emission) スペクトルを示すグラフである。

【図 5】

本発明の第 3 の実施形態に係る光中継器の構造を示す模式図である。

【符号の説明】

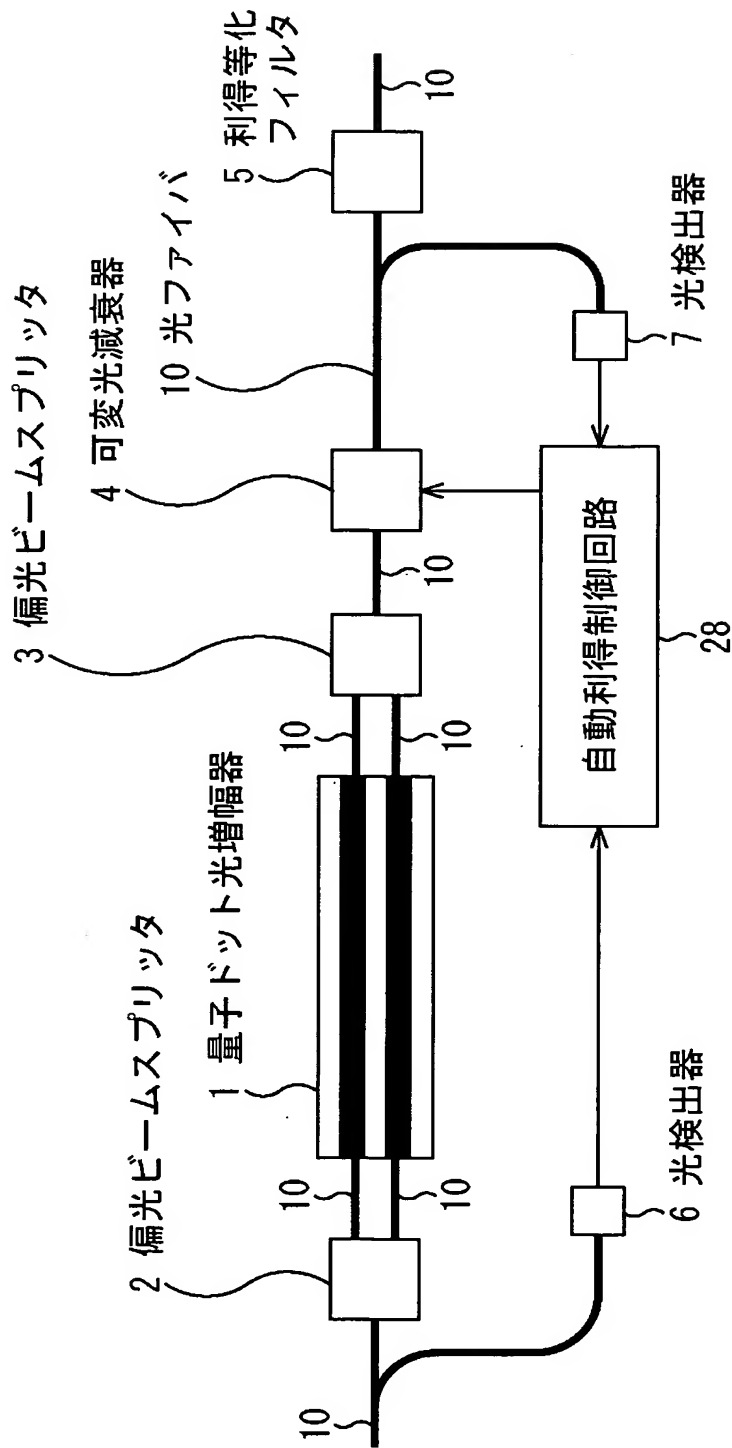
- 1 ; 量子ドット光増幅器
- 2、3 ; 偏光ビームスプリッタ
- 4 ; 可変光減衰器
- 5 ; 利得等化フィルタ
- 6、7 ; 光検出器
- 1 0 ; 光ファイバ
- 1 1 ; n 型 I n P 基板
- 1 2、1 4、1 6 ; I n A l G a A s 層
- 1 3、1 5 ; I n A s S K 層
- 1 7 ; p 型 I n P 層

- 1 8 ; S i O₂層
- 1 9、2 0 ; 電極
- 2 1、2 1 a、2 1 b ; 量子ドット光増幅器
- 2 2、3 5 ; T E / T M 分波器
- 2 3 ; 合波器
- 2 4 ; 強度変調器
- 2 6、2 7 ; 光検出器
- 2 8 ; 自動利得・レベル制御回路
- 3 0 ; 導波路
- 3 1、3 4 ; T E / T M 変換器
- 3 2 ; 位相制御器
- 3 3 ; I n P 基板

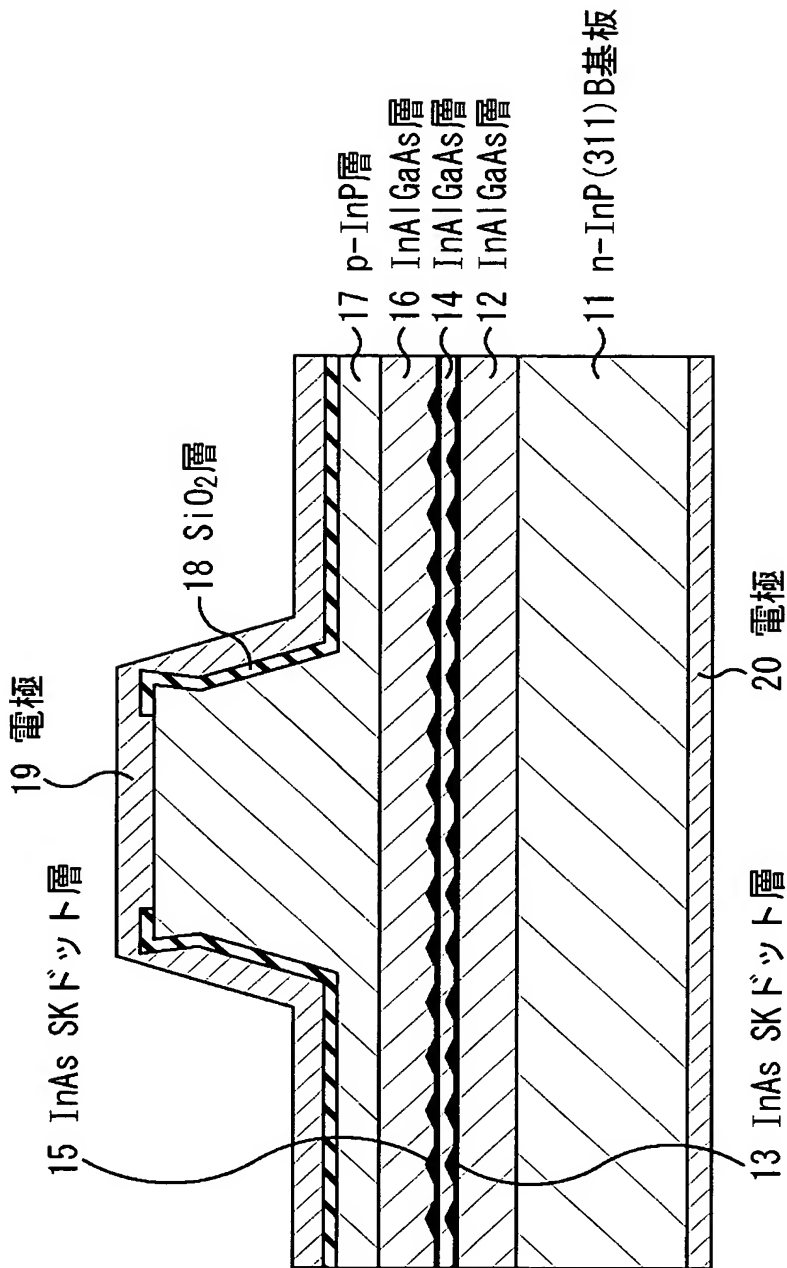
【書類名】

図面

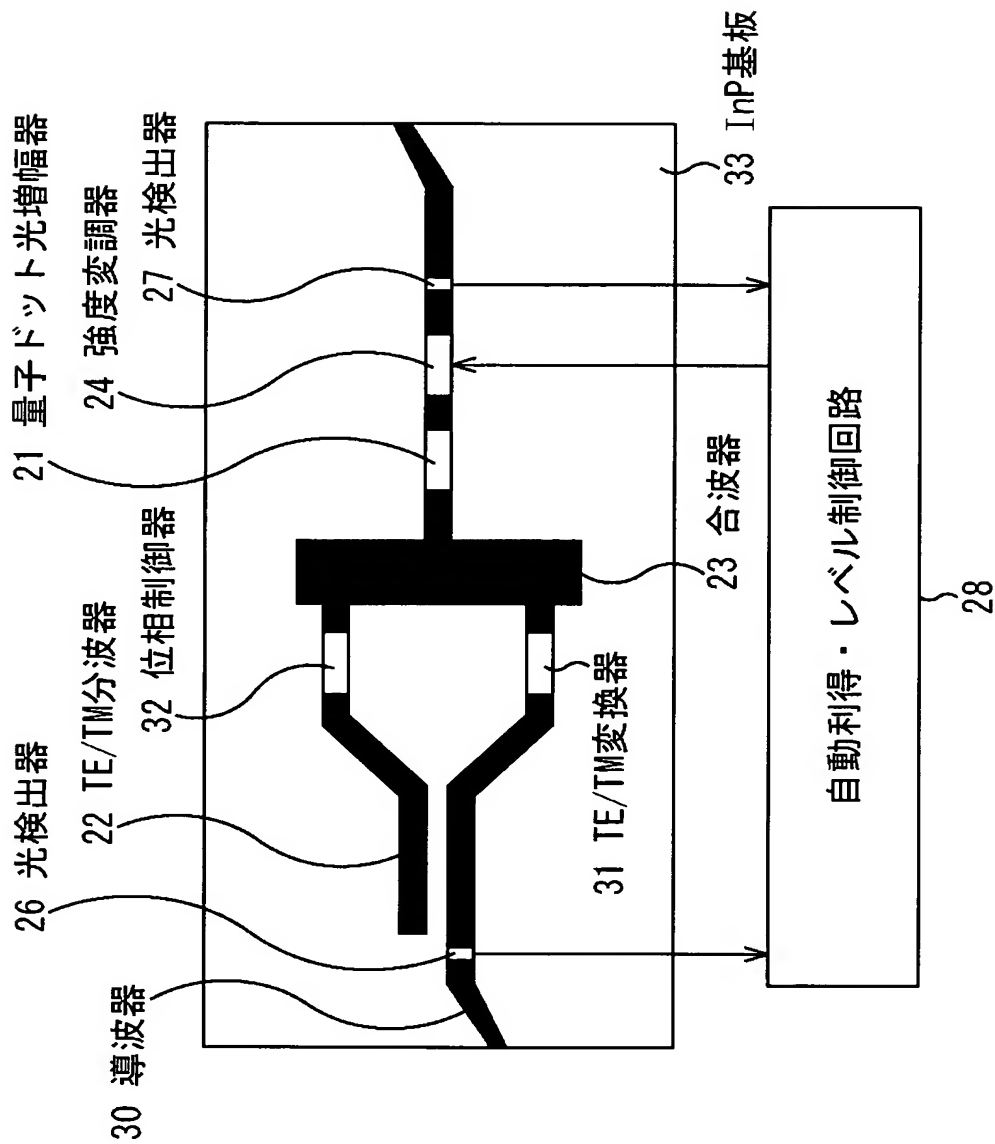
【図1】



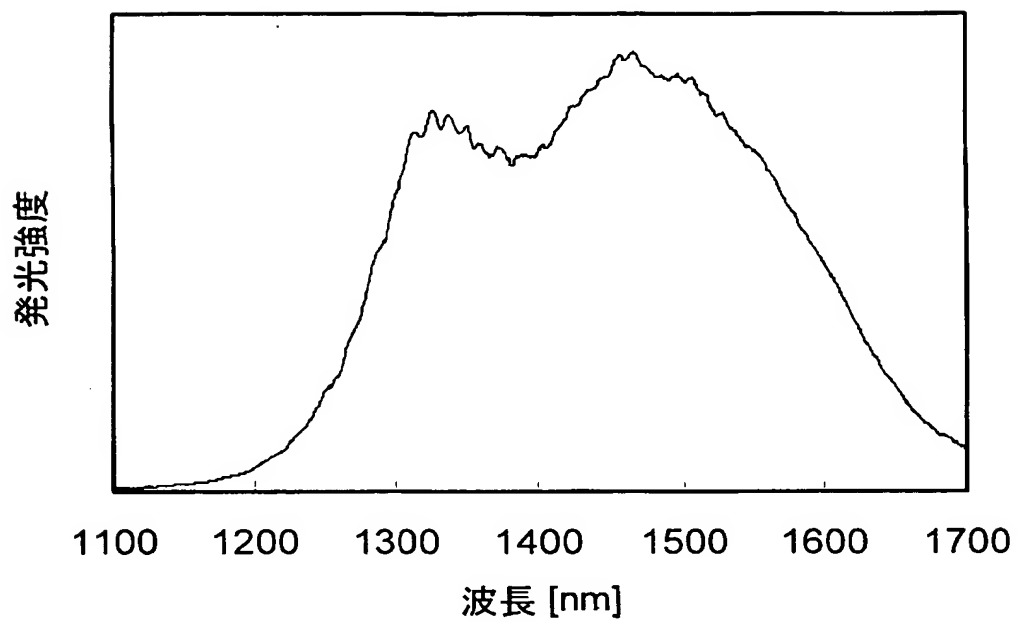
【図 2】



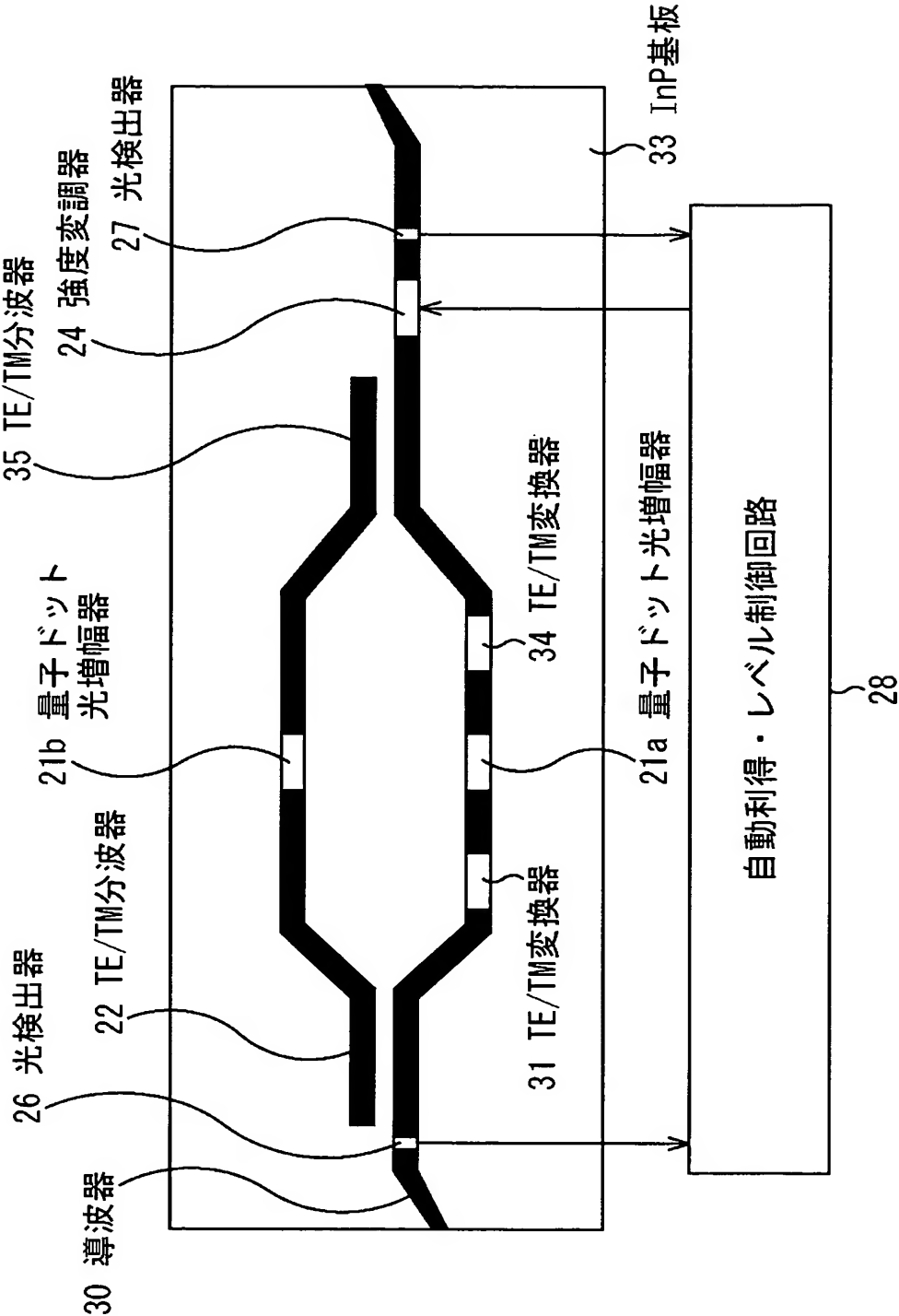
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低コストで広い帯域の Coarse WDM通信に対応することができる光中継器を提供する。

【解決手段】 量子ドット光増幅器 1 の前段には、1 入力及び 2 出力の偏光ビームスプリッタ 2 が設けられている。偏光ビームスプリッタ 2 の出力部に接続された 2 本の光ファイバ 10 は、量子ドット光増幅器 1 の入力部に、いずれも最も利得が高くなるように電界の向きを調整して接続されており、一方の光ファイバ 10 は、他方の光ファイバ 10 に対して 90° だけねじられている。量子ドット光増幅器 1 の後段には、2 入力及び 1 出力の偏光ビームスプリッタ 3 が設けられている。偏光ビームスプリッタ 3 に接続された 2 本の光ファイバ 10 のうち、一方は他方に対して 90° だけねじられている。このねじれの方法は、量子ドット光増幅器 1 の入力部に接続された 2 本の光ファイバ 10 のねじれの方法と逆方法である。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 3 8 4 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 1 0 1 5 番地

氏 名

富士通株式会社

2 . 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社